

Г. А. Чернушевич, Н. О. Азовская, С. В. Киселев,  
*Белорусский государственный технологический университет, Минск,*  
*Беларусь*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЛЕСНЫХ ДАРОВ НА ВНУТРЕННЕЕ ОБЛУЧЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ БЕЛАРУСИ**

The paper gives the review of some factors influencing the radiation exposure dose of Belarusian people dwelling in the radioactively contaminated areas. Today, the proportion of Belarusian forest areas contaminated by the Chernobyl nuclear disaster has reduced from 23% to 16%, with 44 forestry enterprises being located in affected areas. It has been estimated that the radioactive contamination level will further decrease by 2046; the areas with more than 37 kBq/m<sup>2</sup> (1 Ci/km<sup>2</sup>) will amount to approximately 830 thousand ha. Thus, the larger proportion of national forests will still be within radioactive contamination zone.

Авария на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) заставила в корне пересмотреть взгляды на проблемы радиационной безопасности населения и привела к значительному увеличению количества людей, вовлеченных в сферу воздействия радиационных факторов на организм человека [1].

В результате аварии на ЧАЭС в 1986 г. радиоактивное загрязнение лесных угодий Республики Беларусь составляло 23, в настоящее время снизилось до 16% и в различной степени загрязнены территории 44 лесхозов.

После распада короткоживущих радионуклидов и включения основных долгоживущих дозообразователей <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в биологический круговорот веществ, радиационная обстановка в лесах изменяется медленно, т. к. самоочищение происходит только за счет радиоактивного распада, продолжающегося многие десятилетия [2]. Радиоактивное загрязнение территории лесного фонда Республики Беларусь представлено в таблице 1.

Основными целями исследований, приведенных в статье, является анализ факторов, влияющих на формирование доз внутреннего облучения населения Беларуси, проживающего на загрязненных радионуклидами территориях.

В качестве объектов исследований взяты образцы ягод черники, собранных в Гомельской, Могилевской, Гродненской областях и в Минском районе.

Для рационального использования природных ресурсов на загрязненных радионуклидами территориях лесного фонда в соответствии с «Правилами ведения лесного хозяйства в зонах радиоактивного загрязнения» организована особая система ведения лесохозяйственной деятельности, обеспечивающая, в течение длительного времени эффективное проведение лесохозяйственных мероприятий, безопасные условия труда и получение нормативно чистой продукции [1].

Таблица 1

Радиоактивное загрязнение территории лесного фонда  $^{137}\text{Cs}$

Наименование ПЛХО	Площадь загрязнения цезием-137, тыс. га		
	на 01.01.2016 г.	на 01.01.2021 г.	Прогноз на 2046 г.
Брестское	93,4	77,3	26,3
Витебское	0,1	0,1	0,0
Гомельское	826,3	766,0	536,4
Гродненское	29,8	14,6	2,2
Минское	31,7	28,3	8,3
Могилевское	411,9	376,1	256,1
Итого	1392,2	1262,4	829,3

Основной вклад в дозу внутреннего облучения в настоящее время вносят лесные пищевые продукты, в т. ч. и ягоды, являющиеся продуктом потребления сельских жителей загрязненных районов [3].

Уровни допустимого содержания  $^{137}\text{Cs}$  в дикорастущих ягодах не должны превышать 185 Бк/кг (Республиканские допустимые уровни – РДУ-99) [4].

Сбор черники проводился в рекомендованной для их сбора в I зоне радиоактивного загрязнения (37–185 кБк/м<sup>2</sup>).

Радиационный контроль и исследования степени радиоактивного загрязнения ягод проводились в лаборатории кафедры безопасности жизнедеятельности дозиметрами МКС-АТ6130 и МКС-АТ1117М, а также гамма-радиометрами РУГ-91М и РКГ-АТ1320А (рис.).



Рис. Гамма-радиометр РКГ-АТ1320А:

1 – блок детектирования; 2 – блок обработки информации с ЖКИ; 3 – блок защиты;  
4 – крышка блока защиты; 5 – ножки с опорами; 6 – измерительный сосуд

Наиболее хозяйственно значимыми являются ягодные растения: черника, клюква, голубика, брусника, а из плодовых – рябина обыкновенная.

Объектом исследования явились образцы ягод черники (32 образца), собранных в 10 районах Гомельской области, 6 районах Могилевской области, Минском районе и Волковысском районе Гродненской области (таблица 2).

Анализ полученных результатов удельной активности показал превышение допустимых значений установленных РДУ-99 (185 Бк/кг) в 10-и образцах (6 районов Гомельской и 4 района Могилевской областей).

Удельная активность исследуемых образцов проб из Минского района составила 157 Бк/кг и Волковысского – 111 Бк/кг, т. е. не превысили допустимый уровень. Наибольшее превышение допустимых значений удельной активности проб были в Хойникском районе (480 Бк/кг) – превышение в 2,6 раза и Наровлянском районе (510 Бк/кг) – превышение в 2,8 раза.

Наибольшими запасами в целом по республике отмечается черника – 33 тыс. т (66% от биологического запаса всех основных видов) и клюква – 11,2 тыс. т (22,5%), наименьшими – рябина обыкновенная (1,1 тыс. т или 2,2%) и голубика (1,3 тыс. т или 2,6%).

Таблица 2

Результаты исследований степени загрязнения черники радионуклидом цезием-137 по районах

№ образца	Район	Удельная активность А <sub>т</sub> , Бк/кг	Превышение
<b>Гомельская область</b>			
6	Лельчицкий	140	
7	Лельчицкий	293	в 1,6 раза
8	Лельчицкий	170	
11	Милошевичский	124	
15	Норовлянский	510	в 2,8 раза
12	Милошевичский	286	в 1,5 раза
4	Мозырьский	60	
5	Мозырьский	112	
16	Ельский	350	в 1,9 раза
17	Гомельский	36	
9	Милошевичский	232	в 1,3 раза
10	Милошевичский	130	
18	Лоевский	74	
1	Хойникский	480	в 2,6 раза
2	Житковичский	116	
3	Житковичский	56	
13	Светлогорский	60	
14	Светлогорский	118	
<b>Могилевская область</b>			
1	Белыничский	112	
2	Белыничский	92	
5	Чериковский	216	в 1,2 раза
3	Чериковский	457	в 2,5 раза
4	Чериковский	126	
6	Краснопольский	340	в 1,8 раза
7	Краснопольский	84	
10	Быховский	240	в 1,3 раза
11	Быховский	146	
8	Краснопольский	168	
9	Бобруйский	42	
12	Горецкий	88	
<b>Минская область</b>			
1	Минский	157	
<b>Гродненская область</b>			
1	Волковысский	111	

При хроническом потреблении загрязненных цезием-137 продуктов питания расчет ожидаемой мощности эквивалентной дозы внутреннего облучения осуществляется по формуле [5, 6]

$$H = k \times m \times A_s \times Q,$$

где  $k$  – дозовый коэффициент для пищевого пути поступления цезия-137 в организм человека, равный  $1,3 \cdot 10^{-5}$  мЗв/Бк;

$m$  – годовое потребление продукта питания, кг/год;

$A_s$  – поверхностная активность загрязнения почвы, Бк/м<sup>2</sup>;

$Q$  – коэффициент перехода цезия из почвы в грибы, принят равным 0,01 м<sup>2</sup>/кг.

В соответствии с ГН № 213 «Критерий оценки радиационного воздействия» (2012 г.) [7], индивидуальная предельно допустимая доза от техногенных источников, которую человек может получить за весь период жизни, составляет 70 мЗв или 1 мЗв/год.

При хроническом потреблении загрязненных радионуклидами цезия-137 ягод индивидуальная доза внутреннего облучения может составить 0,3–0,6 мЗв при плотности загрязнения до 185 кБк/м<sup>2</sup>.

Результаты расчетов возможных доз облучения при среднестатистическом потреблении населением 10 кг ягод в год, собранных на загрязненных территориях представлены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты оценки ожидаемых доз за счет потребления ягод

Поверхностная активность, Ки/км <sup>2</sup> (кБк/м <sup>2</sup> )	Мощность эквивалентной дозы за счет потребления ягод, мЗв/год
1–5 (37–185)	0,05–0,25
5–15 (185–555)	0,25–0,75
15–45 (555–1480)	0,75–2
>40 (>1480)	>2

Из данных, приведенных в табл. 3 видно, что доза внутреннего облучения

населения за счет потребления ягод может составить 2 мЗв и более в год.

Основные мероприятия по снижению дозовых нагрузок на человека: строгое соблюдение санитарно-гигиенических условий труда, радиационный контроль сырья и готовой продукции, радиометрический контроль продуктов питания и питьевой воды, использование технологий, снижающих активность пищевой продукции, использование для контроля радиационной нагрузки спектрометров излучения человека, применение энтеросорбентов для выведения радионуклидов из организма.

Проверить продукцию, выращенную (собранную) самостоятельно или купленную на рынках, можно в центрах гигиены и эпидемиологии, в лабораториях радиационного контроля лесхозов, расположенных на загрязненных радионуклидами территориях, которые занимаются измерением содержания радионуклидов в лесной продукции. Также это можно сделать в лабораториях радиационного контроля Белкоопсоюза, размещенных на обслуживаемых рынках, в местных центрах радиационного контроля.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Правила ведения лесного хозяйства на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС: постановление М-ва лесного хозяйства Респ. Беларусь, 27 декаб. 2016 г., № 86 // Нац. правовой интернет-портал Респ. Беларусь. – 2017. – 8/31754 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pravo.by/document/?guid=3961&p0=W21731754>. (дата обращения 10.02.2021).

2. Ипатьев, В. А. Лесные экосистемы после аварии на Чернобыльской АЭС: состояние, прогноз, реакция населения, пути реабилитации / В. А. Ипатьев, В. Ф. Багинский, И. М. Булавик. – Гомель: Институт леса, 1999. – 454 с.

3. Шутов, В. Н. Динамика радиоактивного загрязнения природных пищевых продуктов после аварии на Чернобыльской АЭС / В.Н. Шутов [и др.] // ЗНиСО.– М.: ФЦГСЭН Минздрава России. – 2003 – № 4. – С. 9–12.

4. Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99): ГН 10-117-99. – Введ. 26.04.99. – Минск: М-во здравоохранения Респ. Беларусь, 1999. – 10 с.

5. Байрашевская, Д. А. Формирование дозы внутреннего облучения населения, употребляющего продукты загрязненных лесных экосистем / Д. А. Байрашевская. – Минск: МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2005. – 330 с.

6. Азовская, Н. О. Перетрухин, В. В. Чернушевич Г. А. Исследование степени радиоактивного загрязнения пищевой продукции леса и ее вклад в дозовую нагрузку населения // Труды БГТУ. Серия I, Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2018. – № 2 (210). – С. 251–258.

7. Критерии оценки радиационного воздействия: гигиенический норматив. Введ. 01.01.2013. – Минск: М-во здравоохранения Респ. Беларусь, 2012. – 232 с.